

УДК 504:002+504.009

ЭКОЛОГО-ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

О.П. Ермолаев, В.А. Белоногов, К.А. Мальцев

Аннотация

Отраслевые эколого-геоинформационные системы предназначены для решения многоаспектных задач управления природоохранной деятельностью предприятия. Возможности их использования определяются информационным насыщением, которое обуславливает масштаб и структуру системы. В статье представлен сравнительный анализ структуры эколого-геоинформационных систем регионального и локально-регионального уровня генерализации на примере предприятий нефтегазодобывающей отрасли.

Ключевые слова: управление природопользованием, геоинформационные системы, охрана окружающей среды, нефтегазодобывающий комплекс, уровень генерализации.

1. Постановка задачи

Экологическая обстановка, сложившаяся в субъектах Российской Федерации, требует учета возможных последствий принимаемых решений, последовательной разработки и реализации природоохранных мероприятий. Они должны базироваться на адекватной информации о современном состоянии окружающей среды (ОС), объективной количественной оценке степени нарушенности природно-территориальных комплексов, включая оценку антропогенного воздействия на них со стороны различных источников. Успешное решение сложных задач геопространственного анализа и оценки современного экологического состояния крупных территорий предопределяет создание специализированных геоинформационных систем, ориентированных на решение задач, стоящих как перед органами власти, так и производственными предприятиями. Необходимость создания отраслевых производственных эколого-геоинформационных систем (ЭГИС) прежде всего встает перед предприятиями, деятельность которых пространственно дифференцирована. К таковым, в частности, относятся предприятия нефтегазодобывающего (НГД) комплекса. Для России с учетом гипертрофированной роли нефтяной отрасли в экономике страны решение задач в области управления природопользованием на основе ЭГИС приобретает особую актуальность. При этом основными *научно-методологическими принципами и методическими подходами* при создании региональных специализированных ЭГИС должны являться:

- полнота и системность, предусматривающая комплексность, адекватность воспроизведения пространственной структуры, отражение внешних и внутренних взаимосвязей природных и природно-антропогенных образований;

- экологическая направленность картографирования, выявление экологической структуры региона;

- совместимость с основными системами показателей территориального развития и необходимая степень практического использования результатов картографирования;

- разнообразие и мультимасштабность используемого исходного материала.

Создание специализированных отраслевых ЭГИС требует решения широкого круга задач, основными из которых являются:

- определение границ территории и уровня генерализации;

- выбор ГИС, программного обеспечения, картографической основы, операционных территориальных единиц (ОТЕ);

- пространственно-временной аспект анализа исходной информации, ее соответствие выбранному уровню генерализации с целью вычленения вклада предприятий в деградацию ОС региона;

- разработка подхода к сбору, систематизации и анализу информации, выбору критериев, свидетельствующих об антропогенной нарушенности биотической и биокосной составляющих геосистемы;

- интегрированная обработка данных и создание компьютерной картографической системы для хранения, отображения и вывода информации;

- разработка методики количественной оценки современного состояния ОС региона, районирования антропогенных нагрузок и нарушенности компонентов ОС;

- покомпонентная и интегральная оценка современного состояния ОС;

- учет социальных, экономических и экологических аспектов развития;

обеспечение эффективной информационной поддержки производственной системы управления природоохранной деятельностью.

Создание ЭГИС ориентировано, прежде всего, на информацию о состоянии ОС и воздействии на нее, аккумулирующуюся как на самом предприятии, так и в государственных органах управления. Исходя из специфики системы сбора и первичной систематизации исходных данных, при создании ЭГИС возникает необходимость пространственного анализа в пределах различных территориальных выделов. Во-первых, это природные районы (геоморфологические, почвенные, геоботанические, ландшафтные и др.), проведение анализа по которым обусловлено необходимостью учета генетических условий развития природно-территориальных комплексов, предопределивших современное состояние отдельных природных компонентов. Во-вторых, это административные выделы (муниципальные районы, лесные и охотничьи хозяйства, регионы деятельности отдельных НГДУ и цехов по добыче нефти и газа), в рамках которых осуществляется сбор и систематизация информации об использовании отдельных видов природных ресурсов, интенсивности воздействия на ОС органами государственного и производственного экологического контроля. В-третьих, это территории, непосредственно отведенные для осуществления деятельности и связанные с ними зоны воздействия на отдельные компоненты ОС. В ряде случаев

они также могут иметь четко установленные границы (лицензионные границы месторождений и границы горного отвода, территории производственных площадок, санитарно-защитные зоны источников негативного воздействия на ОС, зоны санитарной охраны источников водоснабжения).

Создание отраслевой ЭГИС на различных уровнях генерализации рассматривается нами на примере одного из крупнейших НГД-комплексов РФ – ОАО «Татнефть». Эта компания более полувека действует в пределах Республики Татарстан на площади свыше 30 000 км², имеет хорошо развитую производственную инфраструктуру и социальную значимость.

Предлагается следующая последовательность работ.

Первым этапом создания ЭГИС являются количественные экологические оценки и мониторинг при решении задач на региональном уровне генерализации (рекомендуемый масштаб 1:200 000). При этом создается информационная система, направленная на решение задач в области управления природопользованием в рамках территориальных схем размещения данной отрасли.

Вторым этапом является разработка специализированных регулярно пополняемых эколого-геоинформационных систем локально-регионального уровня (рекомендуемый масштаб 1:25 000 – 1:50 000), обеспечивающих функционирование нефтегазодобывающих управлений (НГДУ). Решение данной задачи приводится на примере одного из структурных подразделений ОАО «Татнефть» (НГДУ «Елховнефть»). Подобные системы могут быть также разработаны и на уровне независимых (малых) нефтяных компаний, занимающихся разработкой отдельных небольших нефтяных месторождений.

2. Структура и информационное обеспечение ЭГИС регионального и локально-регионального уровня генерализации

Имея во многом схожую структуру, ЭГИС регионального и локально-регионального уровня генерализации обладают разной информационной насыщенностью. В зависимости от поставленных задач они имеют и разные дополнительные блоки (модули), предназначенные для выполнения специальных информационных и аналитических функций. Создание специализированных ГИС – сложная и многогранная задача, включающая выбор программной оболочки, формирование СУБД, привлечение широкого спектра методик и ГИС-технологий. В данной статье мы более подробно остановимся лишь на одной, на наш взгляд, самой важной задаче – информационном обеспечении отраслевой ГИС разного уровня генерализации. Именно отбор информации, системы показателей предопределяет архитектуру создаваемой ГИС.

Основу (каркас) ЭГИС составляют информационные модули, характеризующие состояние ОС и антропогенное воздействие на нее (в последнем случае – как общее, так и со стороны объектов нефтедобывающей промышленности). Реальное информационное насыщение зависит, с одной стороны, от наличия и степени детализации имеющейся информации, а с другой – от конкретных задач, решение которых предполагается с использованием данной информационной системы. При этом следует учитывать, что чрезмерная информационная насыщенность системы может приводить к ее «утяжелению» и «засорению» сведениями, которые в дальнейшем мало используются либо вообще не используются.

Табл. 1
Степень детализации информации о состоянии ОС и ее антропогенной трансформации в ЭГИС разного уровня генерализации (фрагмент)*

Показатели	Региональная ЭГИС (объединение)	Локально-региональная ЭГИС (предприятие)	Источники информации
Атмосферный воздух			
Климатические условия (радиационный режим, температура, осадки, ветер, ПЗА и пр.).	Общерегиональная характери- стика.	Характеристика территории, допол- ненная сведениями по ближайшим метеостанциям.	Опубликованная литература ^{1,2} . Фондовые данные органов Рос- гидромета ^{1,2} . Фондовые данные природо- охранных органов ¹ . Материалы производственного экологического мониторинга предприятия ² .
Загрязнение атмосфере- но- го воздуха.	Коэффициент загрязнения атмо- сферы (КИЗА), рассчитанный на основе генерализованных дан- ных по населенным пунктам.	Анализ загрязнения атмосферного воз- духа по материалам производствен- ного экологического мониторинга на стационарных пунктах наблюдений.	
Рельеф и экзогеодинамические процессы (ЭГП)			
Характеристика и осо- бенности рельефа. Виды и интенсивность проявления ЭГП.	Общерегиональная характери- стика. Геоморфологическое райониро- вание.	Характеристика рельефа и ЭГП в ландшафтных районах. Статистические геоморфологические показатели по нефтяным месторожде- ниям.	Топокарты масштаба 1:200 000 ¹ и 1:25 000 ² и соответствующие им цифровые модели рельефа. Фондовые материалы регио- нальных исследований ^{1,2} . Мате- риалы дешифрирования КС и АФС ^{1,2}
Поверхностные воды			
Гидрологический и гид- рохимический режим.	Общерегиональная характери- стика. Гидрологическое районирова- ние. Описание крупных и средних водных объектов.	Общая характеристика территории. Описание основных водных объектов.	Опубликованная литература ^{1,2} . Фондовые материалы регио- нальных исследований ^{1,2} . Материалы производственного экологического мониторинга ^{1,2} .
Оценка качества воды по индикаторным показа- телям.	Анализ пространственно- временной изменчивости по ключевым постам с длинными рядами наблюдений.	Анализ качества поверхностных вод по стационарным пунктам производст- венного экологического мониторинга.	

Показатели	Региональная ЭГИС (объединение)	Локально-региональная ЭГИС (предприятие)	Источники информации
Растительный покров			
Состояние лесной и луговой (степной) растительности.	Общая характеристика по геоботаническим районам. Анализ лесной растительности по доминирующим породам. Анализ групп лесов и категорий защитности в разрезе лесохозяйственных предприятий.	Геоботаническая характеристика территории. Анализ типов растительного покрова в разрезе месторождений. Анализ лесной растительности по доминирующим породам, групп лесов и категорий защитности в разрезе месторождений. Места произрастания редких видов.	Опубликованная литература ^{1,2} . Фондовые материалы региональных исследований ^{1,2} . Материалы лесохозяйства ^{1,2} . Материалы дешифрирования АФС ² . Фондовые материалы природоохранных органов ^{1,2} .
Редкие виды растений.	Списки видов по административным районам.		
Ландшафты			
Общая характеристика.	Ландшафтное районирование и общая характеристика в разрезе ландшафтных районов. Анализ ландшафтной структуры региона на уровне подтипов местности в пределах ландшафтных районов.	Общая характеристика в разрезе ландшафтных районов. Анализ ландшафтной (морфологической) структуры на уровне типов местности и сложных урочищ в пределах частей ландшафтных районов и отдельных нефтяных месторождений.	Опубликованная литература ^{1,2} . Фондовые материалы региональных исследований ^{1,2} . Материалы дешифрирования КС и АФС.

Примечание.

* По техническим причинам в таблице опущен ряд компонентов ОС.

¹ Информация для региональной ЭГИС.

² Информация для локально-региональной ЭГИС.

Табл. 2
Степень детализации информации об антропогенном воздействии на ОС (общем и со стороны объектов НГД-комплекса) ЭГИС разного уровня генерализации (фрагмент)*

Показатели	Региональная ЭГИС (объединение)	Локально-региональная ЭГИС (предприятие)	Источники информации
Загрязнение атмосферного воздуха			
Выбросы загрязняющих веществ в регионе.	В разрезе городов и административных районов, отраслей экономики.	В разрезе административных районов, отраслей экономики, крупных предприятий.	Материалы государственных природоохранных органов на основе данных статистической отчетности 2 ТП (воздух) ^{1,2} .
Выбросы объектами НГД-комплекса.	В разрезе НГДУ и других структурных подразделений объединения.	В разрезе структурных подразделений и отдельных промплощадок НГДУ.	Материалы статистической отчетности 2 ТП (воздух) ^{1,2} . Проекты ПДВ ² и разрешения на выбросы ¹ .
Функциональное использование земель и землеотводы			
Структура функционального использования земель в регионе.	В разрезе административных районов и НГДУ.	В разрезе ЦДНГ и отдельных нефтяных месторождений.	Материалы государственных природоохранных органов. ¹ Тематических карт масштаба 1:200000 ¹ , 1:25000 ² и материалы дешифрирования КС и АФС ^{1,2} .
Землеотводы под объекты НГД-комплекса.	Сводные данные по отдельным категориям объектов в разрезе НГДУ. Плотность размещения точечных и линейных объектов в разрезе НГДУ.	Сводные данные по отдельным категориям объектов в разрезе ЦДНГ и землепользователей.	Сводный баланс земель нефтегазодобывающих предприятий ^{1,2} .
Размещение объектов нефтедобычи.	Только крупные объекты нефтесбора и первичной подготовки нефти (масштаб 1:200 000).	Все объекты, включая линейные (масштаб 1:25 000).	Картографические материалы нефтегазодобывающих предприятий ^{1,2} .

Примечание.

* По техническим причинам в таблице опущен ряд компонентов ОС.

¹ Информация для региональной ЭГИС.

² Информация для локально-региональной ЭГИС.

Опыт создания ЭГИС для нефтегазодобывающей промышленности [1–3] позволяет проранжировать степень детализации информации для ЭГИС различного уровня генерализации (табл. 1, 2).

Кроме отмеченных выше различий в детализации информации о состоянии ОС и воздействие на нее, ЭГИС разного уровня генерализации могут решать и свои специфические задачи. Так, региональный уровень генерализации является наиболее оптимальным для проведения покомпонентной и комплексной *интегральной оценки* состояния ОС и отображения *интенсивности антропогенной нагрузки* на нее.

При создании ЭГИС региона деятельности ОАО «Татнефть» для интегральной оценки состояния ОС использованы разнообразные показатели по отдельным компонентам геосистем, которые были представлены в виде геоинформационных слоев. Эти слои характеризуют экологическое состояние всех вертикальных ярусов геосистемы: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, геологическая среда, почвенный покров, животный и растительный мир. Учитывалось также здоровье населения, вид и интенсивность основных видов хозяйственного воздействия на ландшафтные комплексы. Полученная покомпонентная и интегральная экологическая оценка данного региона на основе картографо-геоинформационного анализа позволила получить ряд важных выводов, касающихся не только степени нарушенности ОС, но и вклада в эту нарушенность различных народнохозяйственных комплексов. Результаты комплексной количественной оценки региона наглядно продемонстрировали, что оценка вклада различных видов хозяйственной деятельности позволяет определить их вклад в общий процесс деградации природных комплексов.

При количественной оценке антропогенных нагрузок был разработан подход, дающий возможность свести к минимуму погрешности существующих методик, которые ориентированы на оценку частных компонентов ландшафта, но не самого природно-территориального комплекса (ПТК). Для оценки антропогенных нагрузок на ландшафты района также широко привлекались материалы полевых исследований по выявлению источников загрязнения (более 5000 источников) в масштабе 1:200 000. Каждому виду антропогенных нагрузок экспертно был придан балл нагрузки по пятибалльной шкале. Нагрузки возрастают в направлении от балла со значением 1 (очень слабые) и достигают максимума при балле, равном 5 (очень сильные). Для того чтобы конкретный вид нагрузки можно было отобразить на карте не в форме точки, а определенным ареалом, каждому виду придан буфер, или так называемая зона влияния на ОС, в соответствии со значениями СЗЗ, рекомендуемыми соответствующими нормативными документами. С топографических карт были также перенесены «слои», соответствующие транспортным объектам (разные типы автодорог, трубопроводы, ЛЭП, железные дороги и др.). Каждому виду коммуникаций также придан буфер воздействия и балл антропогенной нагрузки. Для наилучшего представления полученных результатов была построена электронная аналитическая карта оценки антропогенных нагрузок с использованием в качестве ОТЕ растровых сеток. Шаг регулярной сетки на местности составлял 250 м (то есть в масштабе 1:200 000 – 1.25 мм). Полученные в итоге модели состояния отдельных природных компонентов и ОС в целом, интенсивности антропогенных нагрузок

имеют высокую степень пространственной распределенности, адекватно отражая экологическую ситуацию не только на региональном, но и на локально-региональном уровне генерализации.

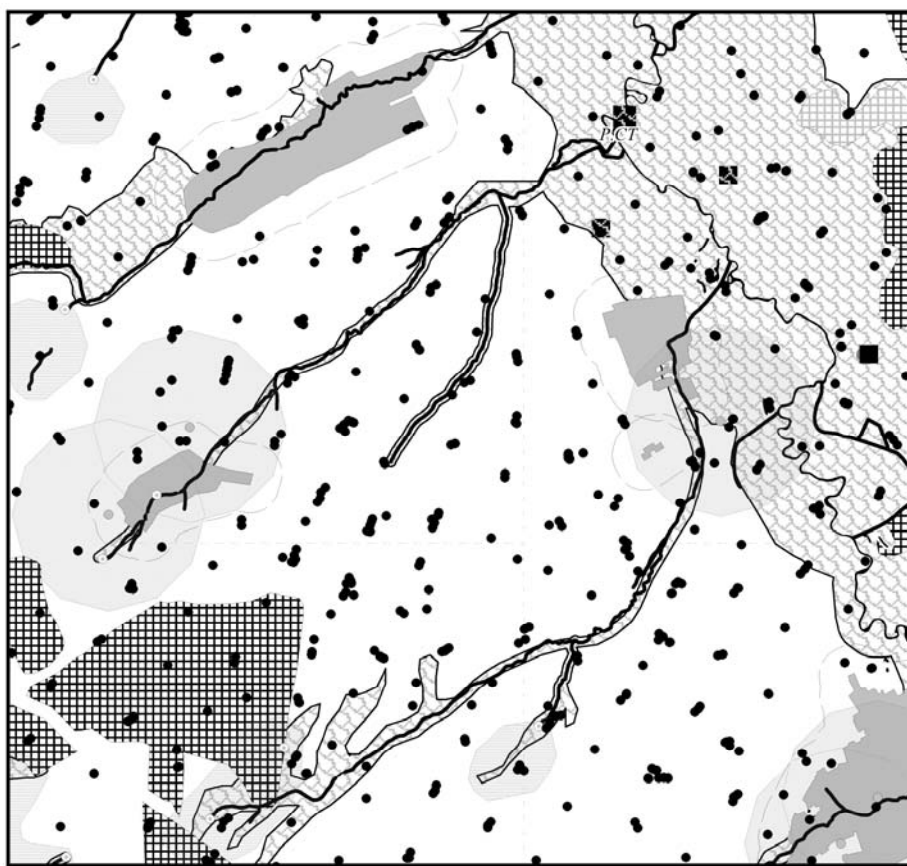
В то же время лишь при увеличении масштаба до 1:25 000 – 1:50 000 можно решить одну из самых востребованных на практике управленческих задач – выявление *зон экологических ограничений при размещении объектов нефтедобычи* (рис. 1). Данная задача должна решаться на основе требований, установленных экологическим законодательством и смежными отраслями права: санитарно-гигиеническим, земельным, водным, лесным, горным и др. При этом нами были выделены различные категории защитных и охранных зон: 1) так называемые «зоны охраны населенных пунктов», ограничивающие размещение объектов нефтедобычи вблизи жилой застройки; 2) особо охраняемые природные территории (ООПТ); 3) лесные угодья и особенно защитные леса; 4) водоохранные зоны поверхностных водных объектов; 5) зоны санитарной охраны источников водоснабжения. Кроме того, учтено наличие археологических памятников.

На основе выделенных зон проведено районирование территории с выделением трех категорий земель:

- полного запрета строительства объектов нефтедобычи;
- допустимого размещения объектов нефтедобычи, но с учетом проведения дополнительных природоохранных мероприятий и соблюдением специальных природоохранных норм и правил;
- отсутствия специальных экологических ограничений, где размещение объектов нефтедобычи возможно лишь при соблюдении общепринятых природоохранных мероприятий.

Неотъемлемой частью ЭГИС является информация о *социально-экономическом положении*. Она включает в себя сведения, характеризующие уровень развития экономики (объемы валового территориального продукта (ВТП) и инвестиций в основной капитал, индекс промышленного производства, основные показатели сельскохозяйственного производства, объемы жилищного строительства и др.), демографическую ситуацию (рождаемость, смертность, естественный прирост населения, миграционные процессы, половозрастная структура, национальный состав), санитарно-гигиенические показатели (общая заболеваемость, сведения о количестве зарегистрированных инфекционных заболеваний по отдельным группам). Источником информации в данных случаях являются материалы статистической отчетности в разрезе районных центров и административных районов, что соответствует региональному уровню генерализации.

В то же время большой интерес представляет мнение различных социальных групп местного населения, представителей местных органов власти и государственных природоохранных органов относительно социально-экологического развития исследуемого региона, социальных, экономических и экологических последствий функционирования и дальнейшего развития нефтегазодобывающей промышленности. Данные вопросы также можно решать на разных уровнях. Так, контент-анализ районной периодической печати, выявляющий обеспокоенность местных органов власти, материалы проверок, проводимых органами государственного экологического контроля, должны быть задействованы при создании ЭГИС регионального уровня генерализации. Но мнения и предпочтения



Масштаб 1:75000

Условные обозначения:

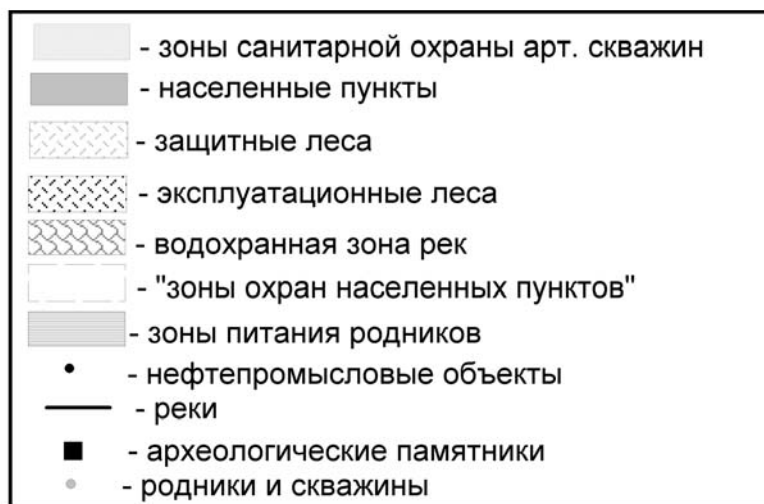


Рис. 1. Карта экологических ограничений размещения объектов нефтедобычи (фрагмент)

местного населения, выявляемые лишь при проведении социально-экологических исследований (социологических опросов), целесообразнее включать в состав ЭГИС регионально-локального уровня генерализации.

Нам представляется, что для решения управленческих задач в области экологии на предприятиях НГД-комплекса наиболее оптимальной и востребованной является ЭГИС локально-регионального уровня. Это обусловлено спецификой принятия решений, разграничения зон ответственности между головной организацией и ее «дочками» (структурными подразделениями). На этом уровне обеспечивается предельно возможная детальность информации как условие достоверности анализа *природоохранной деятельности* нефтегазодобывающего предприятия, например, размещение нефтеулавливающих сооружений, обустройство родников, создание придорожных зеленых насаждений и т. д. Кроме того, только на данном уровне возможно создание реально работающей информационной системы *производственного экологического мониторинга*, решающей задачи накопления и хранения информации о качестве воздуха, поверхностных и подземных вод на десятках постов наблюдений, систематизации данной информации, расчета сводных показателей за требуемый период наблюдений, пространственно-временного анализа, включающего построение хронологических графиков и разнообразных тематических карт.

Заключение

Создаваемые отраслевые ЭГИС предназначены для решения многоаспектных задач управления природоохранной деятельностью предприятия. Основным фактором, определяющим возможности их использования, является информационное насыщение, которое, в конечном счете, обуславливает масштаб и конкретную структуру ЭГИС. Информация, систематизируемая и анализируемая при создании подобных систем, используется для обеспечения экологического сопровождения текущей хозяйственной деятельности, планирования развития предприятия с учетом возможных экологических последствий, включая проведение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при подготовке проектной документации, обосновывающей намечаемую деятельность, наконец, оптимизации взаимодействия в сфере охраны ОС и природопользования с государственными природоохранными структурами, органами государственной власти и местного самоуправления, а также с общественностью.

Summary

O.P. Yermolaev, V.A. Belonogov, K.A. Malcev. Ecological-Geoinformational Maintenance of Oil and Gas Producing Enterprises Activity.

The field geoinformational systems are aimed at solving complex tasks for managing the enterprises' natural protection services. The possibilities of their usage are defined by the informational saturation determining the system's scale and structure. The article presents a comparative analysis of the ecological-geoinformational systems' structures of regional and local-regional generalization levels basing on the example of oil and gas producing enterprises.

Key words: environmental management, geographical information systems, environmental protection, oil and gas complex, generalization level.

Литература

1. *Ермолаев О.П., Костюкевич И.И., Торсуев Н.П., Савельев А.А.* Стратегическая оценка состояния окружающей среды региона интенсивной нефтедобычи методами геоинформационных технологий для целей устойчивого развития региона (на примере Республики Татарстан) // Интеркарто-5: ГИС для устойчивого развития. Материалы междунар. конф. – Якутск: Изд-во Якут. ун-та, 1999.
2. *Ермолаев О.П., Белоногов В.А.* Создание ландшафтно-экологической информационной системы регионального природопользования (на примере нефтегазового комплекса Татарстана) // Материалы науч. конф. «Проблемы природопользования в районах со сложной экологической ситуацией». – Тюмень: Изд-во Тюменск. ун-та, 2003. – С. 84–86.
3. *Ермолаев О.П., Белоногов В.А., Мухарамова С.С., Савельев А.А., Торсуев Н.П.* Создание эколого-геоинформационной системы региона // Современные аспекты экологии и экологического образования: Материалы Всерос. науч. конф. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2005. – С. 5–7.

Поступила в редакцию
10.07.08

Ермолаев Олег Петрович – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой ландшафтной экологии Казанского государственного университета.

E-mail: Oleg.Yermolaev@ksu.ru

Белоногов Виктор Анатольевич – кандидат географических наук, доцент кафедры ландшафтной экологии Казанского государственного университета.

E-mail: Viktor.Belonogov@ksu.ru

Мальцев Кирилл Александрович – кандидат географических наук, ассистент кафедры ландшафтной экологии Казанского государственного университета.

E-mail: Kirill.Malcev@ksu.ru